

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Biologia Animal



**Hábitos alimentares do Peixe-rato *Malacocephalus laevis* Lowe, 1843, na
plataforma continental da costa sudoeste portuguesa**

Pedro Miguel Duarte Gomes

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ecologia Marinha

2014

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Biologia Animal



**Hábitos alimentares do Peixe-rato *Malacocephalus laevis* Lowe, 1843, na
plataforma continental da costa sudoeste portuguesa**

Pedro Miguel Duarte Gomes

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ecologia Marinha

Dissertação orientada por Prof. Doutor Leonel Serrano Gordo

2014

Agradecimentos

Pela prestável ajuda na elaboração deste trabalho gostaria de agradecer:

Ao Professor Doutor Leonel Gordo, meu orientador, pelo apoio, disponibilidade, discussão e revisão crítica do manuscrito.

Ao Professor Doutor Carlos Assis pela ajuda na identificação de vestígios de peixes.

Ao Doutor José Lino Costa por me facultar bibliografia para a identificação de crustáceos.

Ao mestre Nuno Silva, mestre da embarcação Florimax por me acolher e permitir que realiza-se a amostragem para este trabalho, sem a sua colaboração este trabalho não teria sido possível.

À tripulação do Florimax (Élson, Nuno, Luís, Paulo e Silvério) pela ajuda e camaradagem.

À minha família pelo apoio constante, confiança e preocupação, em especial aos meus pais, à minha irmã e às minhas avós.

À Ana Neves, Ana Rita Vieira, Rafaela Paiva e Vera Sequeira, do laboratório de Biologia Pesqueira da FCUL, por me acolherem e pela ajuda prestada durante a realização deste trabalho em especial à Ana Rita Vieira pela disponibilidade no esclarecimento de dúvidas para a elaboração do manuscrito.

Resumo

Para investigar os hábitos alimentares do Peixe-rato *Malacocephalus laevis* na plataforma continental sudoeste capturaram-se 485 indivíduos dos quais 398 apresentavam conteúdos estomacais. Os indivíduos amostrados revelaram uma composição de comprimentos diferente em função da profundidade e do sexo, ocorrendo as classes de comprimento maiores a maior profundidade e sendo constituídas maioritariamente por fêmeas. Na análise de conteúdos estomacais identificaram-se 51 itens alimentares diferentes, dos quais Fragmentos de crustáceos, *Goneplax rhomboides*, Brachyura e Natantia foram os itens com maior Índice de Relativa Importância. Efectuou-se ainda uma análise aos hábitos alimentares da espécie em função da profundidade, sexo e comprimento total, tendo-se verificado uma alteração do regime alimentar em função da variável profundidade, com dominância de Natantia a menor profundidade e Brachyura a maior profundidade. Para além disso verificou-se que a espécie se alimenta com maior frequência de Mysida nos indivíduos de comprimento menor, e que ocorre um aumento gradual da importância dos peixes para a dieta da espécie ao longo da sua ontogenia.

Palavras-chave: *Malacocephalus laevis*; hábitos alimentares; plataforma continental; dieta; peixe-rato.

Abstract

In order to investigate the feeding habits of the Softhead grenadier *Malacocephalus laevis* in the Portuguese continental slope 485 individuals were sampled of which 398 had stomach contents. The sampled individuals showed differences in Total length in order to depth and sex, being the larger fish females and occurring at higher depths. In the stomach content analysis 51 different prey items were identified, of which crustacean fragments, *Goneplax rhomboides*, Brachyura and Natantia were the most important prey items. The feeding habits of the species was analysed in order to depth, size and sex. Depth was the key factor for the feeding strategy, with Natantia dominating the diet in the lower depths and Brachyura in the higher depths. It is important to mention that the smallest individuals feed more on Mysida than the larger ones, and the predation on fish assumes higher importance as the fish grows.

Keywords: *Malacocephalus laevis*; feeding habits; continental slope; diet; Softhead grenadier.

Índice Geral

1. Introdução.....	1
1.1 Descrição da espécie	2
1.2 Ecologia alimentar	5
2. Material e métodos	6
2.1 Área de Estudo	6
2.2 Amostragem.....	6
2.3 Análise de dados	8
3. Resultados	11
3.1 Composição de Comprimentos	11
3.2 Composição da dieta e estratégia alimentar.....	13
4. Discussão.....	26
5. Considerações finais.....	30
6. Referências bibliográfica.....	32
ANEXOS.....	37
Anexo 1.....	38

Índice de Figuras

Figura 1. Ilustração científica de <i>Malacocephalus laevis</i> Lowe, 1843. (adaptado de Cohen <i>et al.</i> , 1990)	3
Figura 2. Distribuição de <i>Malacocephalus laevis</i> Lowe, 1843 (adaptado de Fishbase.org)	4
Figura 3. Mapa da plataforma continental da costa vicentina ilustrando a posição dos arrastos efectuados	6
Figura 4. Representação gráfica da relação entre comprimento total (CT) e comprimento pre barbatana anal (CPA), $y = 0,205x - 1,0061$, $R^2 = 0,9541$ e $n=104$	11
Figura 5. Representação gráfica da distribuição de CT por Sexo	12
Figura 6. Representação gráfica da distribuição do comprimento total em função do intervalo de profundidade.....	12
Figura 7. Curva cumulativa	13
Figura 8. Representação gráfica do índice de importância relativa (IRI) considerando os itens alimentares agrupados por grandes grupos taxonómicos: POL – Polychaeta, CRU – Fragmentos de crustáceos não identificados, OCR – Outros Crustáceos, ISO – Isopoda, MYS – Mysida, EUP – Euphausiacea, NAT – Natantia, BRA – Brachyura, MOL – Molusca, TEL – Teleostei, OI – Outros itens, por (a) grupo de comprimento (CT1 a CT3) (b) sexo (F e M) (c) profundidade (P1 e P2)	16
Figura 9. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT1 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, M – Mysida, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, P – <i>Processa</i> sp., Ag – <i>Alpheus glaber</i> , S – <i>Solenocera</i> sp., OI – Outros itens)	18
Figura 10. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT2 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, Ag – <i>Alpheus glaber</i> , T – Teleostei)	19
Figura 11. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT1 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, M – Mysida, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, S – <i>Solenocera</i> sp., Ag – <i>Alpheus glaber</i> , P – <i>Processa</i> sp., OI – Outros itens).....	20
Figura 12. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT2 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, S – <i>Solenocera</i> sp., Ag – <i>Alpheus glaber</i> , T – Teleostei, Ga – <i>Gadiculus argenteus</i> , OI – Outros itens)	21
Figura 13. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT2 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, ND – Crustáceos não decápodes, I –	

Isopoda, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – <i>Brachyura</i> , Gr – <i>Goneplax rhomboides</i> , T – Teleostei, OI – Outros itens).....	22
Figura 14. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT3 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, I – Isopoda, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – <i>Brachyura</i> , Gr – <i>Goneplax rhomboides</i> , T – Teleostei, Ga – <i>Gadiculus argenteus</i> , OI – Outros itens).....	23
Figura 15. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de <i>Malacocephalus laevis</i> da classe CT2 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, ND – Crustáceos não decápodes, I – Isopoda, E – Euphausiacea, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – <i>Brachyura</i> , Gr – <i>Goneplax rhomboides</i> , T – Teleostei, OI – Outros itens)	24
Figura 16. Representação gráfica Multi-dimensional scaling representando diferenças na alimentação de <i>Malacocephalus laevis</i> no intervalo de profundidade P1 e P2..	25

Índice de tabelas

Tabela 1. Lista de estações amostradas	7
Tabela 2. Composição da dieta de <i>Malacocephalus laevis</i> expressada em índice numérico (%N), frequência de ocorrência (%O), índice ponderal (%P) e percentagem de importância relativa (%IRI)	14
Tabela 3. Composição da dieta de <i>Malacocephalus laevis</i> por grandes grupos taxonômicos expressada em Índice numérico (%N), Índice ponderal (%P), frequência de ocorrência (%O) e percentagem de importância relativa (%IRI)	15
Tabela 4. Resultados da análise estatística PERMANOVA da dieta de <i>Malacocephalus laevis</i> comparando intervalo de profundidade (Pr), Sexo (Se) e classe de comprimento (Cl)	25

1. Introdução

A exploração dos recursos de profundidade (conjunto de espécies que têm a maior parte do seu ciclo de vida abaixo dos 400 m) iniciou-se nos anos 60 quando se começou a verificar algum declínio nas espécies costeiras (Morato *et al.*, 2006). A frota dominante era então de países como a União Soviética (que iniciou a exploração comercial em 1963 de acordo com (Trojanovsky & Lisovsky, 1995), Reino Unido e França (que conjuntamente começaram a pescaria uma década mais tarde, Charuau *et al.*, 1995) e que exploravam principalmente águas internacionais, quer no Oceano Atlântico quer no Pacífico e, desde então, a exploração do mar profundo no Atlântico Nordeste tem-se intensificado, particularmente, nas últimas décadas (Devine *et al.*, 2012).

As espécies alvo dessas pescarias eram a maruca (*Molva molva*), maruca azul (*Molva dypterygia*) e a lagartixa-da-rocha (*Coryphaenoides rupestris*). Todas estas espécies pertencem à ordem Gadiformes, o que faz dela a mais explorada e também a que apresenta maior diversidade no mar profundo. Para este facto muito contribui a família Macrouridae que é dominante nas zonas mais planas do fundo oceânico (Koslow *et al.*, 2000).

Em Portugal continental, a pescaria de espécies de profundidade iniciou-se em 1982 com a pescaria do peixe-espada preto ao largo de Sesimbra (operando a profundidades entre os 800 e os 1400 m) depois de cruzeiros exploratórios do Instituto Nacional de Investigação das Pescas terem descoberto abundâncias relativamente interessantes do ponto de vista comercial que permitiam uma exploração sustentável (Leite, 1988). No entanto, convém lembrar que a pesca de arrasto de crustáceos já estava implantada desde há décadas, operando a profundidades entre os 400 e os 600 m, ou seja, afectando já algumas espécies consideradas de profundidade.

A frota pesqueira portuguesa de arrasto demersal de crustáceos opera exclusivamente no sul de Portugal, Costa Vicentina (Sul de Sines) e em toda costa algarvia (Fernandes *et al.*, 2008), sendo de grande importância devido à quantidade e valor do pescado desembarcado. As principais espécies alvo desta frota são a Gamba-branca *Parapenaeus longirostris*, o Camarão-vermelho *Aristeus antennatus* e o lagostim *Nephrops norvegicus*, espécies que ocorrem, na costa Portuguesa, entre os 80 e os 700 m (S.E.P., 1984). *Parapenaeus longirostris* habita preferencialmente fundos arenosos-vascosos entre 200 e 400 m, enquanto *Nephrops norvegicus* apresenta distribuição

irregular no intervalo 200-700m (Cascalho, 1992). O arrasto de fundo é uma arte de pesca não selectiva capturando muitas espécies que não são alvo do esforço de pesca e que são normalmente rejeitadas, sofrendo pressões semelhantes às espécies de valor económico. Estudos efectuados apontam valores de rejeição muito elevados para a frota de arrasto de crustáceos do sul de Portugal: entre 5% a 91% por arrasto, média 74% (Borges *et al.*, 1997; Monteiro *et al.* 2001), rejeição essa que consiste em espécies comerciais e não comerciais. Entre as espécies que são sempre rejeitadas pela frota de arrasto de crustáceos contam-se os Macrouridae (Fernandes *et al.*, 2008) pois não apresentam qualquer valor comercial. No entanto, e embora não tenham relevância comercial, são muito importante em termos de teia trófica sendo uma família chave no ecossistema que ocupam (Laptikhovsky, 2005; Drazen *et al.* 2001). Na costa portuguesa, a espécie *Malacocephalus laevis* Lowe, 1843 é a nona espécie que apresenta maior biomassa (3,32%) no pescado rejeitado (Monteiro *et al.*, 2001) pelo que importa saber mais sobre a sua biologia e os hábitos alimentares em particular. Com efeito, são poucos os trabalhos conhecidos que abordam esta temática, um no norte da europa (Mauchline & Gordon, 1984) e outro na costa sul de Portugal (Santos & Borges, 2001) que se restringe apenas a uma enumeração de itens alimentares encontrados.

1.1 Descrição da espécie

O Peixe-rato (*Malacocephalus laevis*) apresenta o seguinte enquadramento taxonómico http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=165389

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Gadiformes

Família: Macrouridae

Género: *Malacocephalus* (Günther, 1862)

Espécie: *Malacocephalus laevis* (Lowe, 1843)

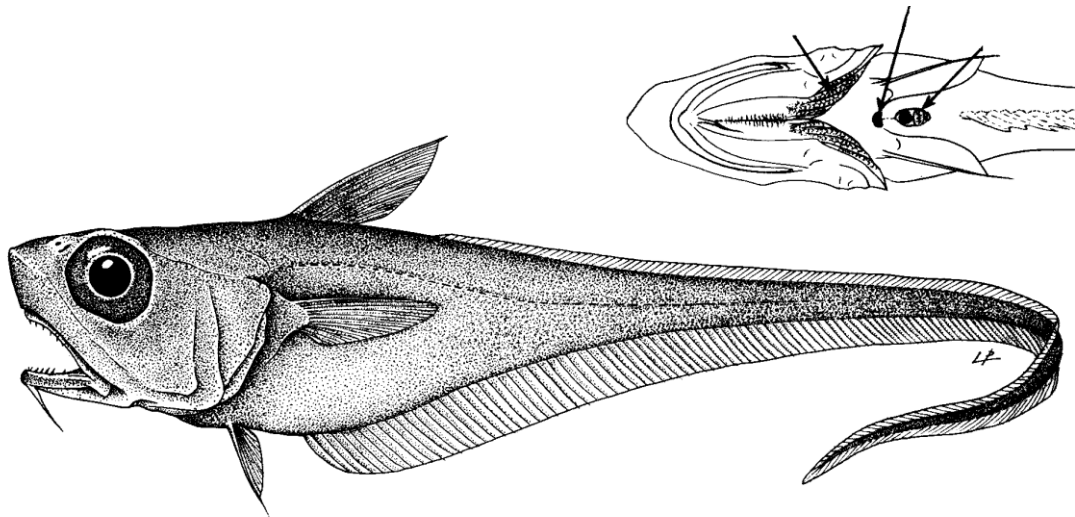


Figura 1. Ilustração científica de *Malacocephalus laevis* Lowe, 1843. (adaptado de Cohen *et al.*, 1990)

A família Macrouridae é constituída por 400 espécies (Iwamoto, 2008), das quais apenas quatro são alvo de pesca e apresentam valor económico importante, tendo as restantes espécies uma importância económica mínima, sendo capturadas em arrasto de fundo como espécies acessórias e processadas para a produção de farinha de peixe. Este grupo de peixes é essencialmente constituído por espécies bentopelágicas do mar profundo, distribuindo-se por todos os oceanos do mundo e podendo ser encontrados desde 100 até 6000 metros de profundidade (Cohen *et al.*, 1990), embora a maioria ocorra entre os 200 e 2000 m (Nelson, 2006).

As espécies que constituem esta família são caracterizadas de uma forma geral por ter tronco curto, cauda comprimida e muito longa, cónica e esguia, não apresentam barbatana caudal (em algumas espécies quando a cauda se encontra partida a barbatana anal e dorsal crescem na ponta partida, parecendo uma barbatana caudal) (Cohen *et al.*, 1990). Morfologicamente a espécie *Malacocephalus laevis* caracteriza-se por ter cabeça grande e comprimida lateralmente, completa e uniformemente coberta por escamas (excepto nos lábios, olhos e à volta das narinas), comprimento da cabeça 15-20% do comprimento total, tronco curto, cauda afunilada e pontiaguda. Focinho curto e arredondado menor que o diâmetro do olho, boca grande, subterminal, mandíbula superior com mais de 45% do comprimento da cabeça, dentes da mandíbula superior em duas fiadas, sendo os exteriores maiores, mandíbula inferior com apenas uma fiada. Com barbilho no queixo, ligeiramente maior que metade do diâmetro ocular; 7-9 arcos branquiais; 7 raios braquiostegais. Primeira dorsal com 11-13 raios, primeiro raio liso, segunda dorsal começa a curta distância da primeira, raios curtos; barbatana peitoral

com 17-19 raios, base posicionada no flanco por baixo do início da primeira dorsal; barbatana pélvica com 8-10 raios geralmente 9, a sua inserção encontrando-se antes da base da barbatana peitoral, origem da barbatana anal por baixo da base da dorsal. Escamas pequenas. Cecos pilóricos numerosos, ramificados, 50 a 100 em contagem distal. Ânus na zona nua entre a barbatana pélvica e a barbatana anal, mais perto da inserção das pélvicas. Órgão luminoso semicircular em forma de rim entre a base das barbatanas, escamas do corpo densamente cobertas de espínulas pequenas, finas e em forma de agulha que conferem a textura aveludada à superfície (Whitehead *et al.*, 1984, Cohen *et al.*, 1990).

Distribuição: Ocorre nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Atlântico Oeste: desde o estreito da Florida até ao Brasil. Atlântico Este: desde a Islândia até à África do Sul. Oceano Índico: Mar Árábico, Baía de Benguela, Maldivas e ao largo da costa leste africana. Pacífico Oeste: Indonésia e Austrália. Pacífico Este: toda a costa da América Central e do Sul.

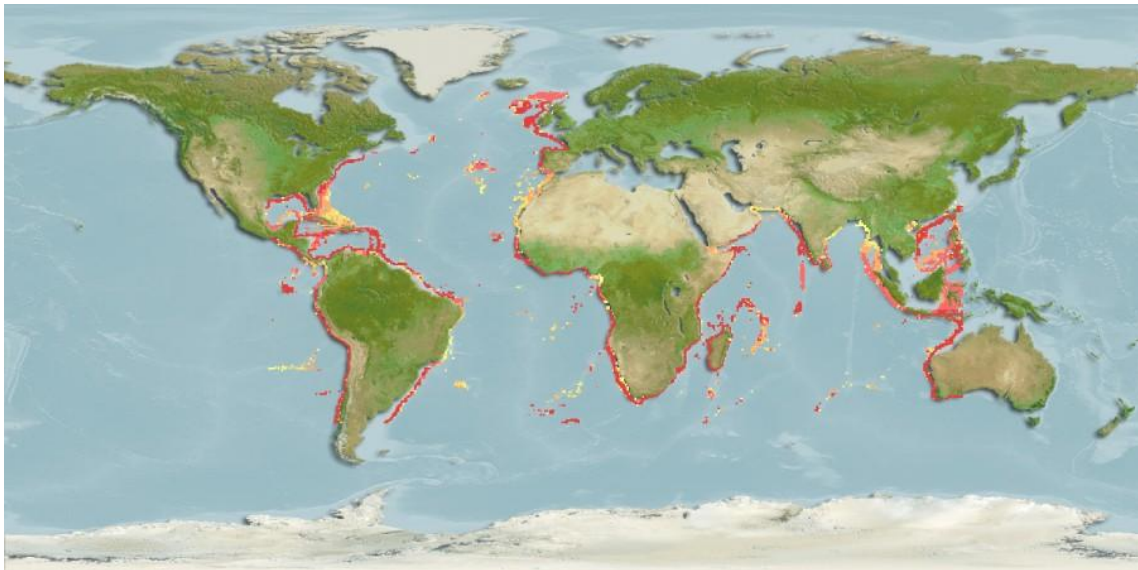


Figura 2. Distribuição de *Malacocephalus laevis* Lowe, 1843 (adaptado de Fishbase.org)

Habitat: Bentopelágica, ocorre desde os 200 a 1000 metros de profundidade, mas é mais comum entre 300 e 750 metros. (Whitehead *et al.*, 1984)

1.2 Ecologia alimentar

Os macrurídeos são predadores generalistas e necrófagos que se alimentam quer na coluna de água quer junto ao fundo (Koslow *et al.*, 2000), e apresentam a dieta mais diversificada entre os peixes do mar profundo (Laptikhovsky, 2005), podendo o espectro alimentar variar com o tamanho do peixe, profundidade e região (Laptikhovsky, 2005).

Muitas espécies de macrurídeos apresentam grandes dimensões e são potenciais predadores de topo do mar profundo, desempenhando um papel vital nas comunidades, controlando as populações das suas presas (Drazen *et al.*, 2001) e influenciando assim a composição de espécies e diversidade do ecossistema. Neste contexto, o seu declínio pode gerar efeitos potencialmente nefastos em todo o ecossistema (Neves *et al.*, 2011).

No caso do peixe-rato e apesar de não apresentar importância económica, esta espécie partilha o habitat da plataforma continental portuguesa com varias espécies de peixes, crustáceos e cefalópodes economicamente muito importantes, desempenhando um importante papel na teia trófica. Para além de elevada biomassa que a espécie apresenta na plataforma continental portuguesa, *Malacocephalus laevis* é um predador de nível superior 4.2 ± 0.8 (www.fishbase.org) situando-se entre o segundo e o terceiro nível de consumidores carnívoros, o que torna a espécie muito importante do ponto de vista ecológico. Ainda, o facto de esta espécie ter uma ampla distribuição mundial, reforça a importância do conhecimento do seu papel e impacto na teia trófica.

Para estudar a dieta dos peixes e determinar o papel de cada espécie na cadeia alimentar, a análise de conteúdos estomacais é o método mais utilizado (Hyslop, 1980). O estudo da dieta desta espécie pode apresentar alguns constrangimentos pois, geralmente nos estudos de dieta de macrurídeos, o universo amostral é constituído por reduzido número de estômagos devido à dificuldade na colheita de amostras em mar profundo e à alta taxa de estômagos evertidos (Laptikhovsky, 2005) e vazios (Neves *et al.*, 2011).

O presente estudo pretende apresentar novos dados que permitirão compreender melhor as relações tróficas no habitat do mar profundo no sudoeste da plataforma continental portuguesa, providenciando dados da composição da dieta de *Malacocephalus laevis*, e perceber se existe diferente estratégia alimentar da espécie em função das variáveis comprimento, sexo e profundidade.

2. Material e métodos

2.1 Área de Estudo

A plataforma continental portuguesa tem cerca 550 km de extensão. A área de estudo está contida na região entre o canhão submarino de Setúbal e o Canhão de São Vicente, entre 37° 52' N a 37°22'N e 009° 17'W a 009°04'W, nas cotas batimétricas entre 275 e 550 metros.

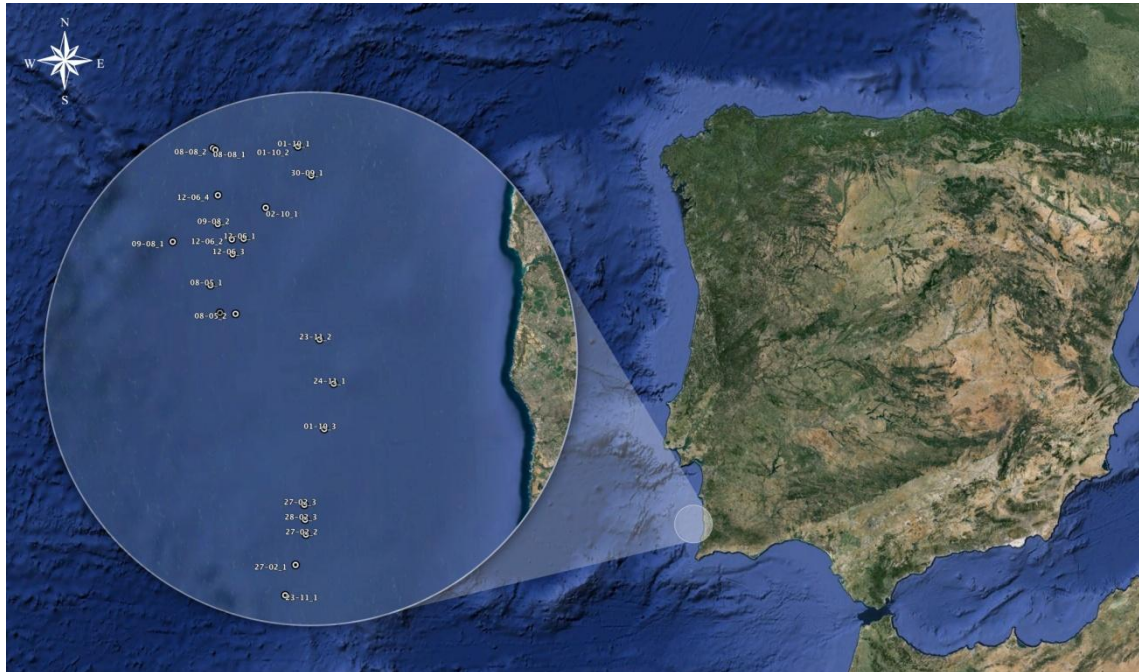


Figura 3. Mapa da plataforma continental da costa vicentina ilustrando a posição dos arrastos efectuados

Em termos de distância à costa, a plataforma pode variar entre 5 e 80 km e, particularmente na região estudada, a plataforma apresenta uma inclinação suave, de contorno pouco sinuoso e fraca diferenciação, formando um plano suavemente inclinado até fundos de mais de 1000 m (Dias, 1987).

2.2 Amostragem

A amostragem foi efectuada a bordo da embarcação de pesca comercial Florimax, com arrasto demersal de portas estando o equipamento dimensionado para a espécie alvo da pescaria (gamba, *Parapenaeus longirostris* ou lagostim, *Nephrops norvegicus*) e que se traduziu em malhagem diferente em profundidades diferentes. A malhagem utilizada foi de 50 mm no intervalo de profundidade 275 a 310 metros, em que o objectivo de captura foi a gamba e 70 mm, no intervalo 365-550 metros em que a

espécie alvo foi o lagostim. Para ambas as amostragens foi utilizada sacada com 30 metros de largura e abertura entre portas entre 60 e 80 metros.

As capturas foram efectuadas entre Junho de 2011 e Maio de 2013, estando os dados dos arrastos descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Lista de estações amostradas

Data	Coordenadas	Profundidade (braças)	N
12-06-2011	37° 47' N 009° 11' W	421	6
12-06-2011	37° 46' N 009° 12' W	457-470	11
12-06-2011	37° 45' N 009° 12' W	463	3
12-06-2011	37° 49' N 009° 13' W	470	5
13-06-2011	Não disponível	457-475	16
08-08-2011	37° 52' N 009° 13' W	475	23
08-08-2011	37° 52' N 009° 13' W	457-475	10
09-08-2011	37° 46' N 009° 17' W	475-549	11
09-08-2011	37° 47' N 009° 13' W	439-472	25
30-09-2011	37°50'N 009° 05' W	293-311	4
01-10-2011	37° 52' N 009°06'W	293-311	5
01-10-2011	37° 52' N 009°06'W	293-311	5
01-10-2011	37° 33' N 009°05'W	283	1
02-10-2011	37° 33' N 009°07'W	283	4
02-10-2011	37° 48' N 009°09'W	366-384	22
23-11-2011	37°22'N 009° 09'W	311	62
23-11-2011	37°39'N 009°05'W	274-293	13
24-11-2011	37°36'N 009°04'W	274-293	32
27-02-2013	37° 24'N 009° 08'W	293-311	20
27-02-2013	37° 24'N 009° 08'W	293-311	44
27-02-2013	37° 28'N 009° 07'W	293-311	12
28-02-2013	37° 27' N 009° 07' W	293-311	40
10-04-2013	37° 41'N 009° 12'W	457-494	18
08-05-2013	37° 43'N 009° 14'W	485-503	20
08-05-2013	37° 41'N 009° 12'W	457-485	66
09-05-2013	37° 41'N 009° 12'W	457-475	7

Os exemplares de Peixe-rato foram sujeitos a processo rápido de congelação em túnel de congelação a bordo da embarcação de pesca. A amostragem biológica foi efectuada no laboratório de biologia pesqueira da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) após descongelação prévia dos indivíduos.

Em cada amostragem foram registados os comprimentos totais (CT, mm) e pré-anal (CPA, mm) e o peso total (PT, 0,01 g). A medição do CT foi efectuada somente nos indivíduos que não apresentavam indícios de a cauda estar incompleta. A cauda foi considerada incompleta sempre que se encontrasse partida ou apresentasse indícios de ter ocorrido regeneração (presença de raios na ponta da cauda assemelhando-se a uma barbatana caudal, devido à sobreposição do crescimento das barbatanas caudal e anal).

Para os indivíduos em que não foi possível medir o CT, este valor foi estimado com base no CPA, através de regressão linear.

Após abertura da cavidade abdominal determinou-se o sexo, removeu-se todo o conteúdo da cavidade abdominal e registou-se o peso do estômago (somente para os indivíduos que não apresentavam sinais de regurgitação). As pesagens foram efectuadas com balança KERN 470.

Os estômagos foram etiquetados e congelados para futura triagem dos conteúdos estomacais. Os itens alimentares foram identificados ao grupo taxonómico possível (ver Anexo 1), contados e pesados. Registou-se o peso húmido, com o excesso de água retirado após triagem com papel absorvente com a aproximação ao 0,0001g com o recurso a uma balança de precisão AE ADAM 254.

Para a identificação dos diferentes *taxa* recorreu-se a Whitehead *et al.* (1986) para os peixes, a Assis (2000) e Tuset *et al.* (2008) para os otólitos *sagitta* e a Falciai & Minervini (1995), Alvarez (1968), González & Méndez (1986), Hayward & Ryland (1995) para os crustáceos. A contagem do número de teleósteos e cefalópodes foi efectuada tendo por base o número de pares de otólitos e cristalinos (direito e esquerdo) e dos pares de bicos superior e inferior, respectivamente.

2.3 Análise de dados

Em todos os indivíduos amostrados foi calculado o índice de vacuidade e o índice de eversão. O índice de vacuidade foi estimado como a percentagem de estômagos vazios na amostra (Pallaoro *et al.*, 2003) e o índice de eversão como o rácio directo dos estômagos evertidos face ao número total de indivíduos (Saldanha *et al.*, 1995).

O restante trabalho foi efectuada tendo por base o número de estômagos que não se encontravam vazios ou sem sinais de eversão. Para determinar se foi amostrado um número suficiente de estômagos para descrever a diversidade da dieta foi construída uma curva cumulativa utilizando o *software* PRIMER 6. A curva foi obtida a partir do número de grupos presa em função do número de estômagos observados. Quando este número se encontra na parte da curva que atingiu a assíntota, considera-se que se atingiu o número mínimo.

A análise do regime alimentar foi estimada através de índices alimentares simples (Hyslop 1980, Cortés 1997) por presa e por grupos presa agregados em categorias taxonómicas superiores, a saber: POL – Polychaeta, CRU – Fragmentos de crustáceos

não identificados, OCR – Outros Crustáceos, ISO – Isopoda, MYS – Mysida, EUP – Euphausiacea, NAT – Natantia, BRA – Brachyura, MOL – Molusca, TEL – Teleostei, OI – Outros itens alimentares. Os índices alimentares utilizados foram os abaixo descritos.

(i) Índice de ocorrência

$$(\%O = \frac{\text{Numero de estômagos com a presa } i}{\text{Numero de estômagos não vazio}} \times 100$$

(ii) Índice numérico

$$(\%N = \frac{\text{Numero de presas do item } i \text{ em todos os estômagos}}{\text{Numero total de presas em todos os estômagos}} \times 100)$$

(iii) Índice ponderal

$$(\%P = \frac{\text{Peso total das presas do item } i \text{ em todos os estômagos}}{\text{Peso total dos conteúdos estômacaais}} \times 100)$$

(iv) Percentagem de Índice de Importância relativa

$$\%IRI = \left[\frac{O \times (N + W)}{\sum (O \times (N + W))} \times 100 \right]$$

Seguidamente verificou-se se a estratégia alimentar variava de acordo com as variáveis comprimento, sexo e profundidade. Relativamente ao comprimento, e devido à extensão de classes de comprimento amostradas, optou-se por agrupar os indivíduos em 3 grupos: CT1, 20-30 cm (n=108), CT2, 30-40 cm (n= 213) e CT3, 40-60 cm (n= 108). O último grupo abrangeu um intervalo superior a 10 cm devido ao menor número de indivíduos encontrado.

Para a variável sexo definiu-se duas classes (machos e fêmeas).

Relativamente à variável profundidade, foram utilizados dois intervalos: P1, 275-310 metros e P2, 365-550 metros. Estes intervalos tiveram como base a presença de áreas de pesca com espécies alvo diferentes.

Para a interpretação da estratégia alimentar foi ainda utilizada a representação gráfica tridimensional dos dados (Cortés, 1997). A representação gráfica foi efectuada agrupando os indivíduos em classes decorrentes da conjugação das variáveis sexo, classe de comprimento e profundidade de forma a evidenciar possíveis influências destas variáveis nos hábitos alimentares da espécie. Nesta análise agrupou-se as classes alimentares que apresentavam pouca representatividade (inferior a 15% de %O) ao grupo taxonomicamente superior. O grupo Isopoda foi gerado a partir da aglomeração de todas as classes taxonómicas independentemente da percentagem de ocorrência ter sido de 15% para o género *Cirolana*. Tal facto deve – se a uma elevada probabilidade dos *taxa* não identificados como *Cirolana* sp. poderem ser, de facto, desse género devido ao elevado grau de digestão ocorrida.

Para testar se existiam diferenças estatísticas para a abundancia de presas por grupo de comprimentos, sexo e profundidade foi efectuada uma análise PERMANOVA baseada na matriz de similaridade de Bray-Curtis (Andersson, 2005).

Para avaliar o padrão de alimentação da espécie por intervalo de profundidade efectuou-se uma ordenação multidimensional não métrica (MDS) de modo que a distancia entre as amostras corresponda ao grau de similaridade entre amostras, gerado a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001), sobre os dados transformados através da raiz quadrada. Este método de análise multivariada possui uma ampla aplicação e elevada efectividade pois os dados não precisam de cumprir nenhuns pressupostos (Clarke & Warwick, 2001).

3. Resultados

Durante o estudo foram amostrados 485 indivíduos (285 fêmeas, 200 machos) dos quais apenas, 397 apresentavam conteúdos estomacais, 31 tinham estômagos vazios e 57 estavam invertidos devido à rápida subida decorrente da arte capturante, pelo que foram eliminados da análise. O CT variou entre 21,0 e 54,8 cm.

O índice de eversão foi de 11,75%, enquanto o índice de vacuidade estimado foi de 7%.

Dos 397 indivíduos que apresentavam conteúdos estomacais, 100 foram capturados na Primavera, 97 no Verão, 100 no Outono e 100 no Inverno. Destes 235 eram fêmeas e 162 eram machos.

3.1 Composição de Comprimentos

Devido a muitos exemplares apresentarem a barbatana caudal cortada, utilizou-se a regressão linear entre o CT e o CPA para se estimar o comprimento total naqueles indivíduos. Esta regressão, $CPA = 0,205 CT - 1,0061$ apresentada na figura 1, apresentou elevada correlação ($R^2 = 0,9541$) o que permite aferir o método utilizado.

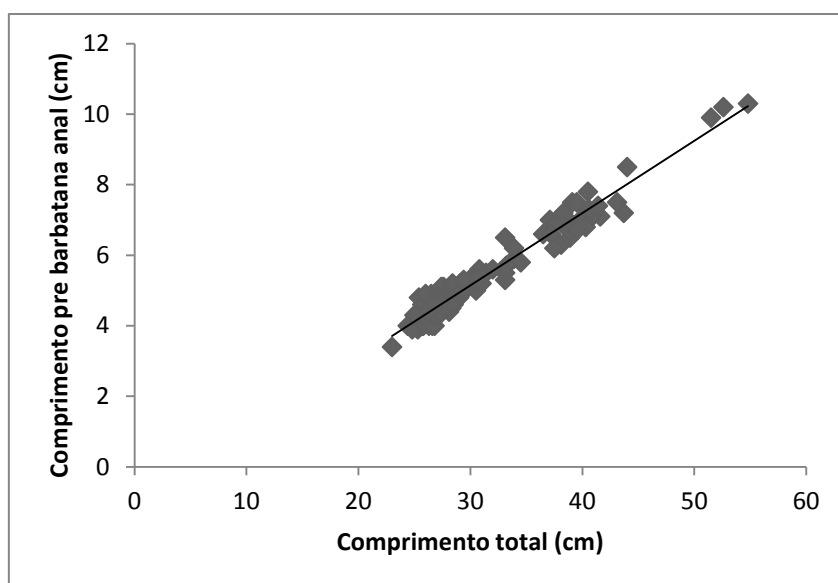


Figura 4. Representação gráfica da relação entre comprimento total (CT) e comprimento pre barbatana anal (CPA), $y = 0,205x - 1,0061$, $R^2 = 0,9541$ e $n=104$

Os dados evidenciam que a espécie apresenta dimorfismo sexual, sendo as fêmeas tendencialmente maiores que os machos (figura 2). Com efeito, os machos variaram entre os 21 e os 43 cm de CT enquanto as fêmeas apresentaram um tamanho máximo de 54 cm.

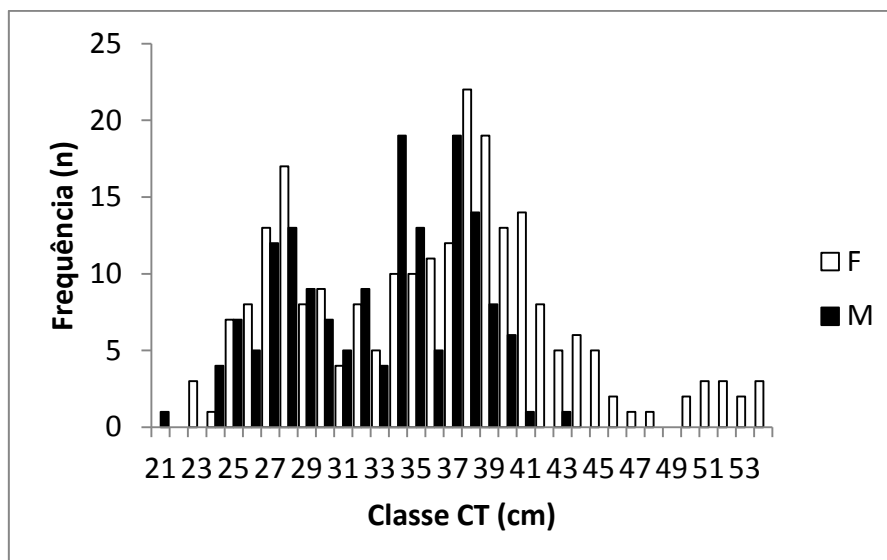


Figura 5. Representação gráfica da distribuição de CT por Sexo

Relativamente à profundidade, os indivíduos com comprimento total maior são tendencialmente encontrados a maior profundidade do que os mais pequenos (Figura 3). Assim, entre 275 e 310 m de profundidade (P1) foram encontrados indivíduos entre os 23 e os 44 cm de CT (maioritariamente das classes de comprimento 27 e 28 cm) tendo apenas 5 indivíduos apresentado um $CT \geq 40$ cm. No intervalo de profundidades de 365 a 550 m (P2), foram amostrados os exemplares de maior tamanho, sendo as classes de 37 a 40 cm CT as mais representadas e apenas 3 indivíduos registaram um $CT < 30$ cm.

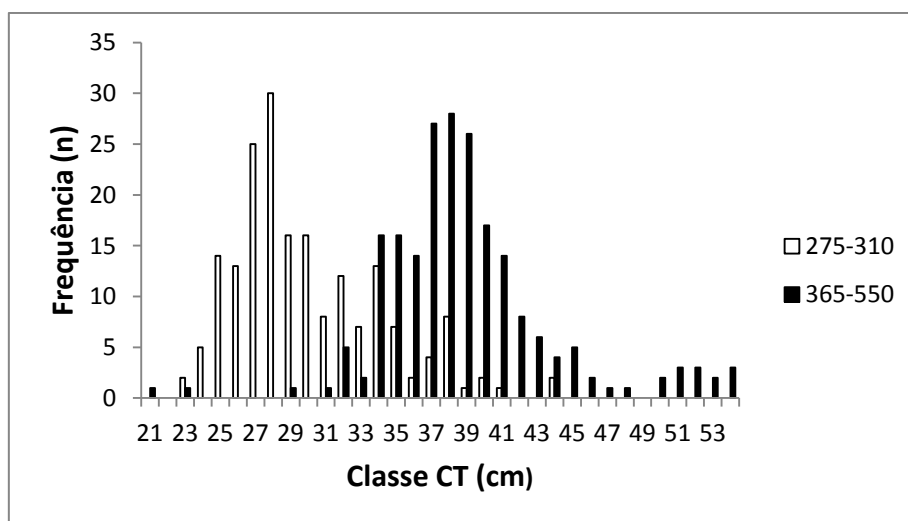


Figura 6. Representação gráfica da distribuição do comprimento total em função do intervalo de profundidade

Das 235 fêmeas e 162 machos amostrados que apresentavam conteúdos estomacais, 88 fêmeas (37,4%) foram capturadas no intervalo P1 enquanto 147 (62,5%) foram capturadas na profundidade P2; relativamente aos machos 100 foram capturados em P1 e 62 em P2. Os machos constituem 53,8% do total de indivíduos capturados em P1 enquanto em P2, 70,8% dos indivíduos eram fêmeas.

3.2 Composição da dieta e estratégia alimentar

Considerando agora a composição da dieta, os 397 estômagos utilizados na análise da dieta foram suficientes para este estudo como mostra a curva cumulativa apresentada na figura 4. Com efeito, a curva aproximou-se da assíntota indicando que a diversidade de presas estava bem representada na quantidade de estômagos amostrados.

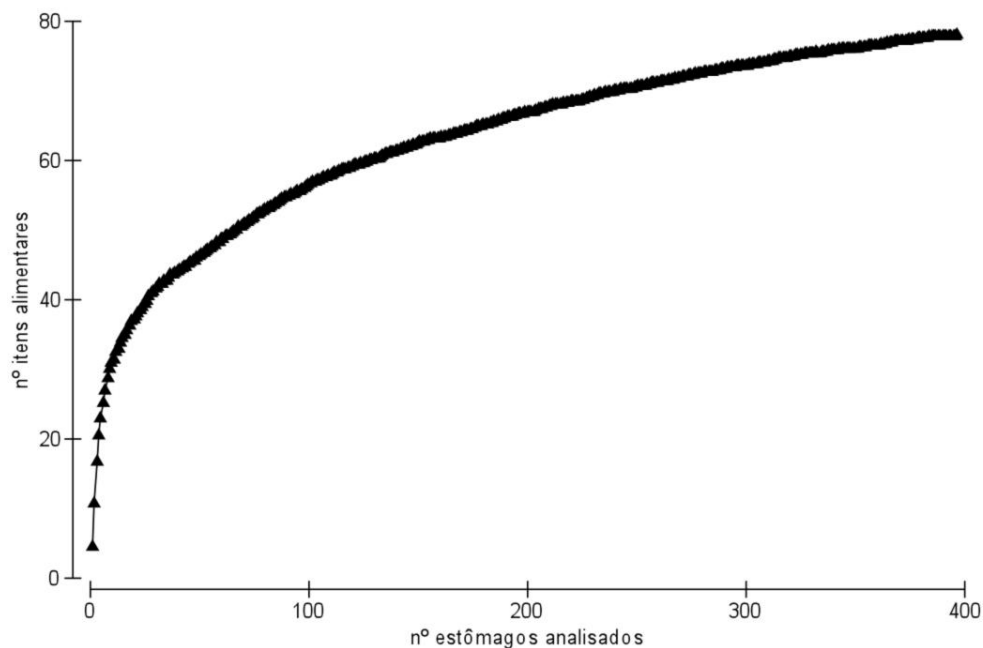


Figura 7. Curva cumulativa

Foram identificados 51 itens alimentares diferentes nos estômagos de *M. laevis* mas também fosseis de amonites, pedras e plásticos. Estes ocorreram em 6,8; 26,7 e 1 % dos estômagos analisados, respectivamente.

Tabela 2. Composição da dieta de *Malacocephalus laevis* expressada em índice numérico (%N), frequência de ocorrência (%O), índice ponderal (%P) e percentagem de importância relativa (%IRI)

	%N	%O	%W	%IRI
Polychaeta	1,63	8,82	0,48	0,33
Chaetopteridae	0,19	1,26	0,02	0,00
Isopoda	7,24	21,16	2,45	3,63
Flabellifera	0,64	3,02	0,30	0,05
Cirolanidae	6,60	12,85	2,92	2,17
<i>Cirolana</i> sp.	5,20	7,81	4,48	1,34
<i>Conilera</i> sp.	0,08	0,50	0,11	0,00
Anfipoda	0,23	0,76	0,01	0,00
Gammaridae	1,18	4,79	0,03	0,10
Mysida	7,47	12,85	0,35	1,78
Euphausiacea	3,07	9,07	2,26	0,86
Decapoda	3,26	19,90	4,09	2,59
Natantia	8,99	31,99	6,33	8,69
Penaeidea	0,91	5,79	2,33	0,33
Solenoceridae	0,04	0,25	0,18	0,00
<i>Solenocera</i> sp.	1,71	9,32	6,08	1,29
<i>Aristeomorpha foliacea</i>	0,04	0,25	0,18	0,00
<i>Sergestes</i> sp.	0,19	0,76	0,53	0,01
Caridea	0,57	3,27	0,48	0,06
Pasiphaeidae	0,04	0,25	0,02	0,00
<i>Pasiphaea sivado</i>	0,15	1,01	0,37	0,01
Oplophoridae	0,08	0,25	0,40	0,00
<i>Alpheus</i> sp.	0,19	1,26	0,16	0,01
<i>Alpheus glaber</i>	5,12	16,88	4,00	2,73
<i>Processa</i> sp.	0,72	4,03	1,29	0,14
<i>Plesionika</i> sp.	0,11	0,50	0,40	0,00
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	0,08	0,50	0,72	0,01
Crangonidae	0,34	2,27	0,10	0,02
<i>Philoceras echinulatus</i>	0,11	0,76	0,13	0,00
<i>Nephrops norvegicus</i>	0,04	0,25	0,06	0,00
<i>Paguridea</i>	0,08	0,50	0,06	0,00
<i>Munida iris</i>	0,19	1,01	0,07	0,00
Brachyura	6,41	30,48	7,21	7,36
<i>Ebalia nux</i>	0,04	0,25	0,03	0,00
<i>Liocarcinus</i> sp.	0,04	0,25	0,23	0,00
<i>Liocarcinus depurator</i>	0,04	0,25	0,05	0,00
<i>Monodaeus couchi</i>	0,91	4,53	3,15	0,33
<i>Goneplax rhomboides</i>	8,15	29,97	16,23	12,96
Fragmentos Crustaceos	12,40	73,30	21,85	44,50
Bivalvia	0,08	0,50	0,01	0,00
Cephalopoda	1,25	6,80	0,00	0,15
Ascideacea	0,04	0,25	0,04	0,00
Teleostei n.i.	8,61	33,50	1,33	5,90
Nettastomatidae	0,04	0,25	0,00	0,00
Gadiforme	0,27	1,76	0,00	0,01
<i>Gadiculus argenteus</i>	4,25	16,37	4,18	2,45

<i>Micromesistius poutassou</i>	0,19	1,26	4,12	0,10
Macrouridade	0,04	0,25	0,00	0,00
<i>Merluccius merluccius</i>	0,04	0,25	0,00	0,00
<i>Phycis blennoides</i>	0,04	0,25	0,00	0,00
<i>Lampanytus ater</i>	0,04	0,25	0,00	0,00
N ID	0,68	4,53	0,20	0,07

Considerando os itens alimentares agrupados por grandes grupos taxonômicos, elaborou-se a tabela 3. Para o efeito consideram-se os seguintes grupos: POL, Polychaeta; CRU, Fragmentos de crustáceos não identificados; OCR, Outros Crustáceos; ISO, Isopoda; MYS, Mysida; EUP, Euphausiacea; NAT, Natantia; BRA, Brachyura; MOL, Molusca; TEL, Teleostei; OI, Outros itens.

Tabela 3. Composição da dieta de *Malacocephalus laevis* por grandes grupos taxonômicos expressada em Índice numérico (%N), Índice ponderal (%P), frequência de ocorrência (%O) e percentagem de importância relativa (%IRI)

	%N	%P	%O	%IRI
POL	1,82	0,50	10,08	0,28
CRU	12,40	21,85	73,30	29,69
OCR	4,97	4,31	25,44	2,79
ISO	19,76	10,25	28,97	10,28
MYS	7,47	0,35	12,85	1,19
EUP	3,07	2,26	9,07	0,57
NAT	19,38	23,70	44,33	22,59
BRA	15,59	26,89	40,81	20,50
MOL	1,33	0,01	7,30	0,12
TEL	13,50	9,64	43,58	11,93
OI	0,72	0,23	4,79	0,05

Os Natantia e Brachyura foram os grupos em que os índices apresentaram valores mais elevados, tendo as espécies *Alpheus glaber* e *Goneplax rhomboides* mais contribuído para o efeito, respectivamente nos Natantia e Brachyura. O grupo dos Teleostei apresenta valores elevados de ocorrência mas valores mais modestos de peso e número, uma vez que este grupo foi identificado maioritariamente através de otólitos e cristalinos e com poucos exemplares inteiros encontrados. Os Isopoda apresentam também valores consideráveis para todos os índices.

A figura 5 apresenta o índice de importância relativa (IRI) por grupo de comprimento (CT1 a CT3), Sexo (F e M) e profundidade (P1 e P2).

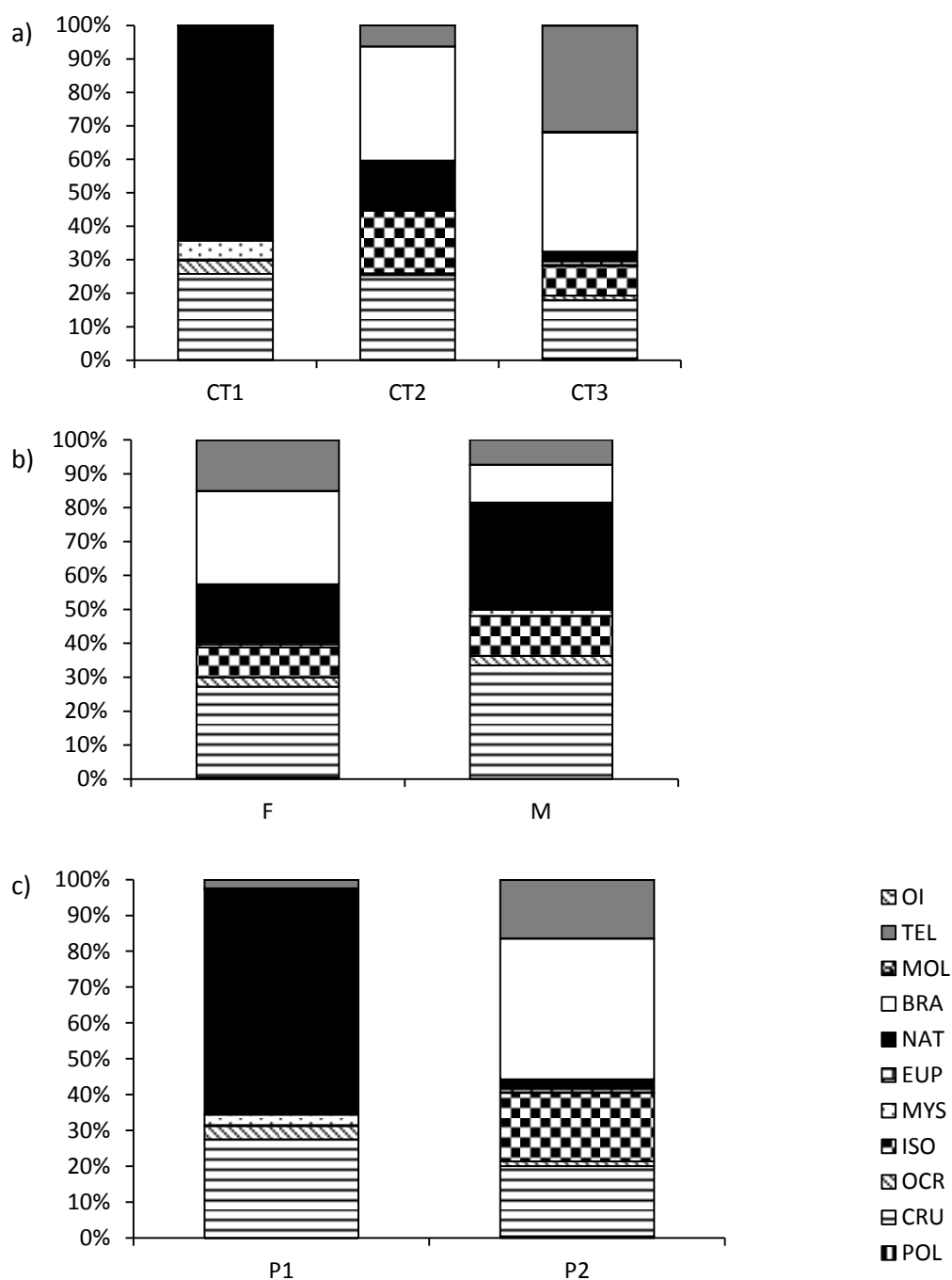


Figura 8. Representação gráfica do índice de importância relativa (IRI) considerando os itens alimentares agrupados por grandes grupos taxonômicos: POL – Polychaeta, CRU – Fragmentos de crustáceos não identificados, OCR – Outros Crustáceos, ISO – Isopoda, MYS –Mysida, EUP – Euphausiacea, NAT – Natantia, BRA – Brachyura, MOL – Molusca, TEL – Teleostei, OI – Outros itens, por (a) grupo de comprimento (CT1 a CT3) (b) sexo (F e M) (c) profundidade (P1 e P2)

Os valores de % IRI para a variável classe de comprimento são substancialmente diferentes. Assim na classe CT1 os Natantia assumem especial relevo com 64%, sendo seguido dos Crustáceos com 25,75 e Mysida com 5,72 %. De referir que os Mysida, apesar da sua pequena percentagem, ocorrem nos outros grupos de comprimentos com valores vestigiais. No caso da classe CT2, os Natantia apresentam um valor mais baixo (14,8%) enquanto os Brachyura dominam com 34,9% e os Isopoda apresentam um valor expressivo com 18,8%. Na classe CT3 os grupos que apresentaram maior importância foram os Brachyura (35,6%) e os Teleostei (31,6%). Quanto à variável sexo, a diferença de valores ocorre sobretudo nos grupos Natantia e Brachyura com 17,2 e 27,4% para as fêmeas e 31,2 e 11,1% para os machos. Para a variável profundidade, o grupo presa mais importante no intervalo P1 foi o Natantia (62,8%) enquanto para o intervalo P2, os grupos com maior importância foram os Brachyura (39,2%), Isopoda (19,1%) e Teleostei (16,3%).

As representações gráficas tridimensionais dos dados da análise de conteúdos estomacais decorrente dos índices alimentares simples %O, %N, %P para as diferentes variáveis apresentam, sempre, o item alimentar “fragmentos de Crustáceos não identificados” como o mais importante. Este facto é expectável pois as outras categorias que constituem a sua dieta são maioritariamente crustáceos e este grupo resulta da digestão avançada de vários grupos de crustáceos que, por estarem muito degradados, não foi possível identificar a um nível taxonomicamente inferior. Não se efectuaram as representações gráficas para algumas das variáveis devido ao baixo número de estômagos amostrados nessas categorias assim faltaram as representações de: P1_F_CT3 (n=3), P1_M_CT3 (n=2), P2_F_CT1 (n=1), P2_M_CT1 (n=2) e P2_M_CT3 (n=6).

As fêmeas da classe de comprimento CT1 no intervalo de profundidade 275 – 310 metros alimentam-se principalmente de Natantia com valores de %N, %O e %P 24,17; 57,14; 21,87%. A espécie *Alpheus glaber* esteve também muito representada com valores %N, %O e %P 14,50; 42,86; 17,69%, respectivamente. Os Decapoda apresentam elevada ocorrência (33,93%) mas com pouco peso e número; o item *Solenocera* sp. é significativo em termos de peso (23%) e ocorrência (25%) e os Mysida são importantes em número (23%) mas contribuem pouco em termos de peso (1,16%).

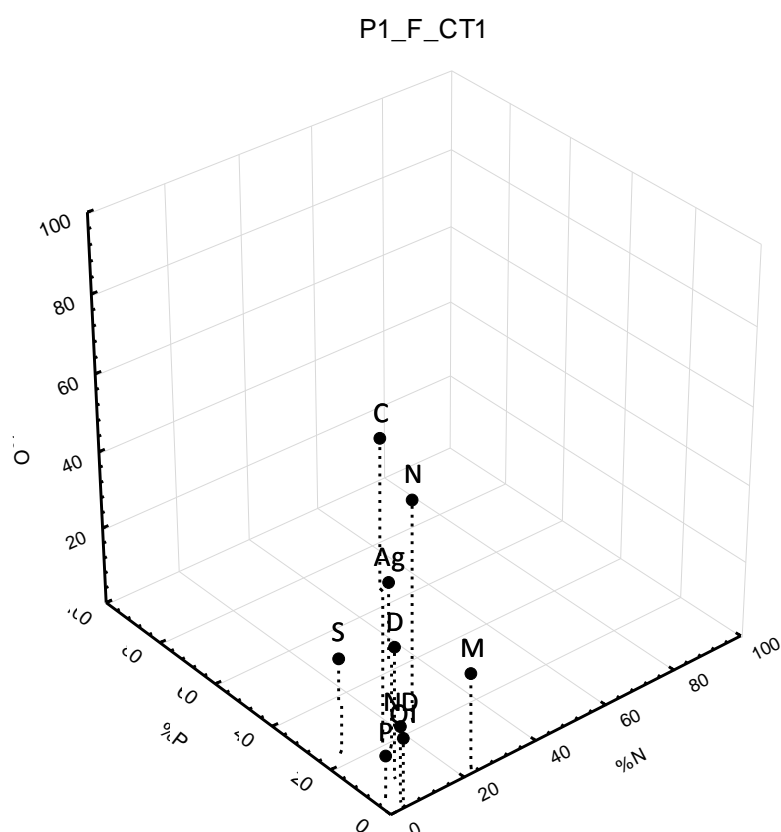


Figura 9. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de *Malacocephalus laevis* da classe CT1 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, M – Mysida, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, P – *Processa* sp., Ag – *Alpheus glaber*, S – *Solenocera* sp., OI – Outros itens)

Para as fêmeas de CT2 à profundidade 275-310 metros os crustáceos Natantia são a presas preferenciais com 30,99; 51,7; 50,77% respectivamente para %N,%O e %P. A espécie *Alpheus glaber* apresentou também valores elevados daqueles índices, respectivamente com 22,54; 41,38; 17,6% de %N, %O e %P, respectivamente. Os Teleostei apresentam elevada ocorrência (37,93%) e número (13,38%) mas pouco contribuem em termos de peso (1,07%). Os Decapoda também são importantes com 31,3% de ocorrência.

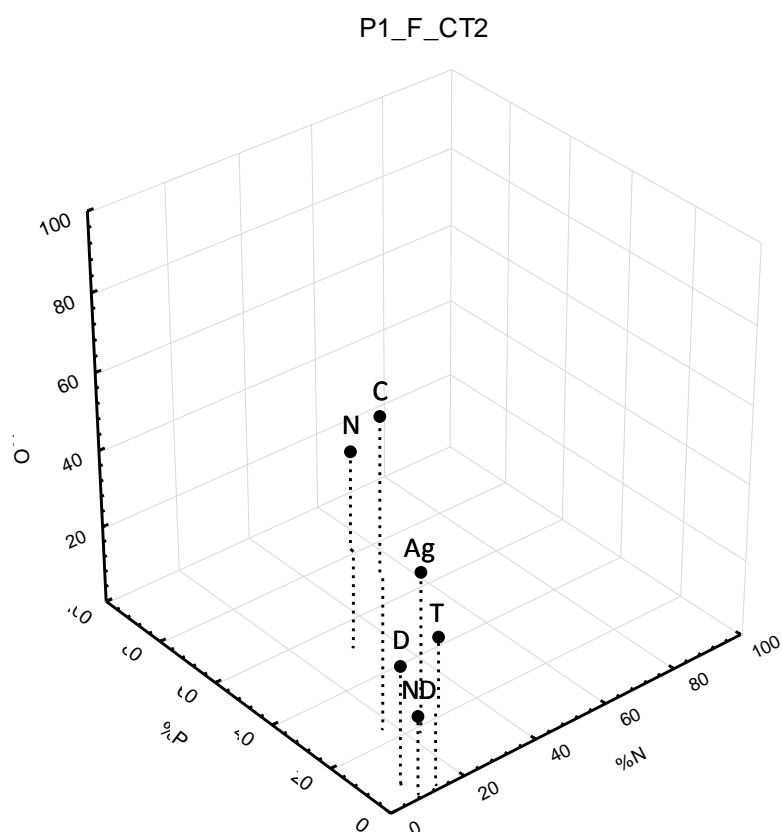


Figura 10. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de *Malacocephalus laevis* da classe CT2 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, Ag – *Alpheus glaber*, T – Teleostei)

Para os machos de CT1 à profundidade 275-310 metros, O grupo Natantia é, mais uma vez, o mais representativo com %N, %O e %P de, respectivamente 22,86; 51,02; 20,05%. Também a espécie *Alpheus glaber* apresenta elevados valores daqueles índices com respectivamente 13,06; 40,82; 16,23%. Os Mysida apresentam número significativo (26,12%) mas pouco contribuem para o peso (1,27%), os Decapoda ocorrem em 26,53% dos estômagos mas com número e peso reduzido. Os gêneros *Processa* sp e *Solenocera* sp. apresentam alguma significância em ocorrência (18,37 e 14,29%) e peso (10,56 e 16,73%) mas valor muito baixo de %N. Os restantes itens são raros.

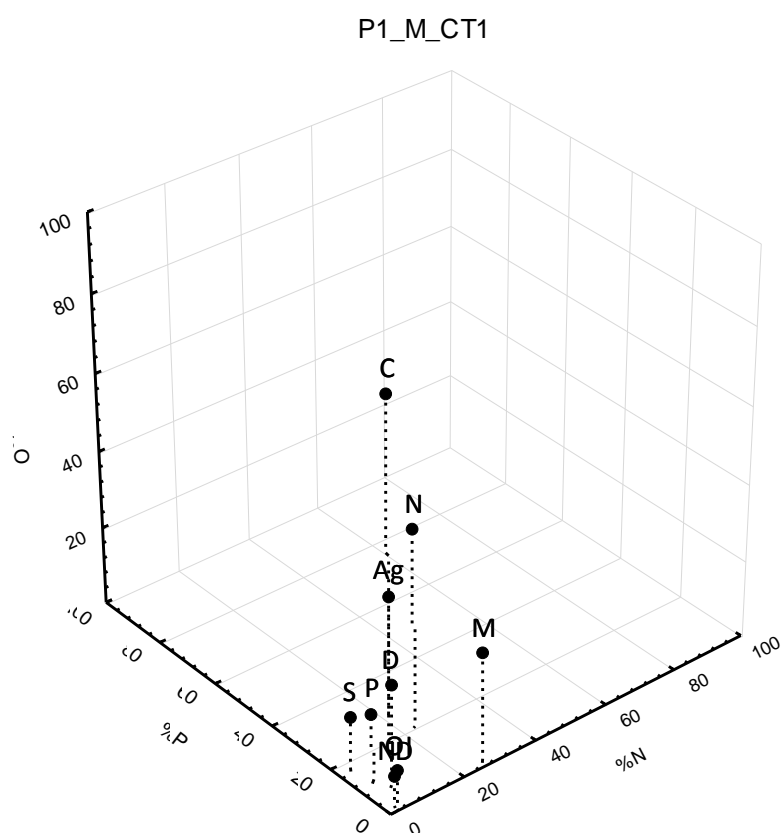


Figura 11. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de *Malacocephalus laevis* da classe CT1 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, M – Mysida, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, S – *Solenocera* sp., Ag – *Alpheus glaber*, P – *Processa* sp., OI – Outros itens)

Para os machos de CT2 à profundidade 275-310 metros os crustáceos Natantia são o item preferencial com 28,69; 29,75; 61,22% de %N, %O e %P, respectivamente. Os Teleostei e a espécie *Gadiculus argenteus* apresentam relevância para a dieta ocorrendo em 38,78 e 30,61% dos estômagos respectivamente. Os Decapoda ocorrem em 40,81% dos estômagos e o item *Solenocera* sp. apresenta relevância em termos de peso (16,30%) e ocorrência (16,32%) mas pouco contribui em número. A espécie *Alpheus glaber* tem alguma relevância na dieta ocorrendo em 20,4% dos estômagos mas apresenta valores modestos de %N e %P. Os restantes itens são raros.

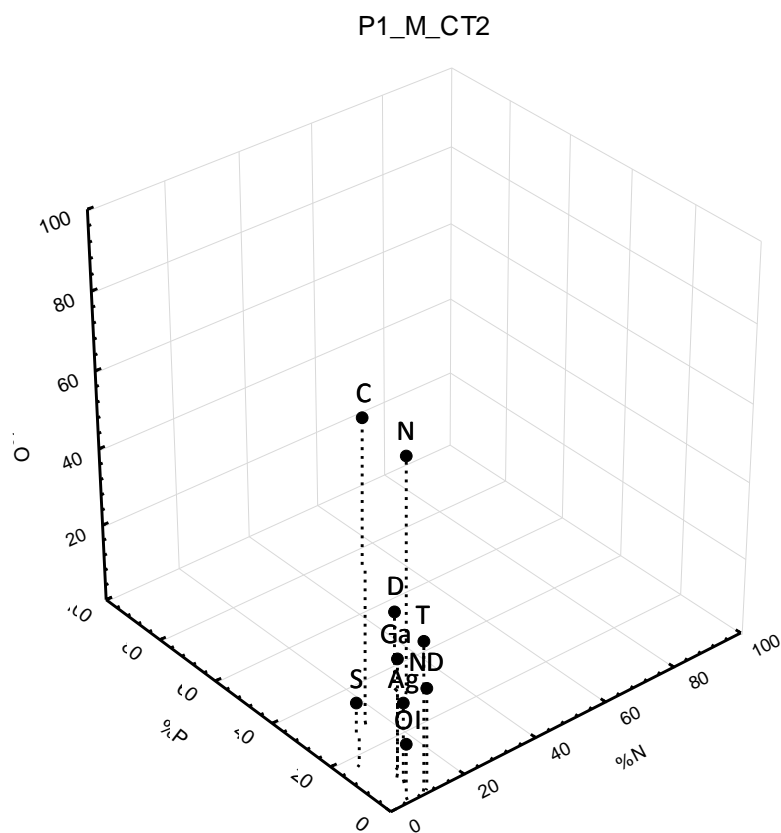


Figura 12. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de *Malacocephalus laevis* da classe CT2 no intervalo de profundidade P1 (C – Fragmentos de crustáceos. ND – Crustáceos não decápodes, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, S - *Solenocera* sp., Ag – *Alpheus glaber*, T – Teleostei, Ga – *Gadiculus argenteus*, OI – Outros itens)

Para as fêmeas de CT2 à profundidade 365-550 metros os crustáceos *Brachyura* e a espécie *Goneplax rhomboides* são as presas principais com 13,20; 60,49; 14,28% e 14,61; 53,09; 26,10% de %N, %O e %P, respectivamente. Os Isopoda apresentaram elevada ocorrência (49,38%) mas menos importância em termos de peso (15,77%) mas muito importantes em número (32,04%). Os Teleostei foram expressivos em termos de ocorrência (51,85%) mas menos importantes em termos de número (12,68%) e peso (8,13%). Os restantes são itens raros.

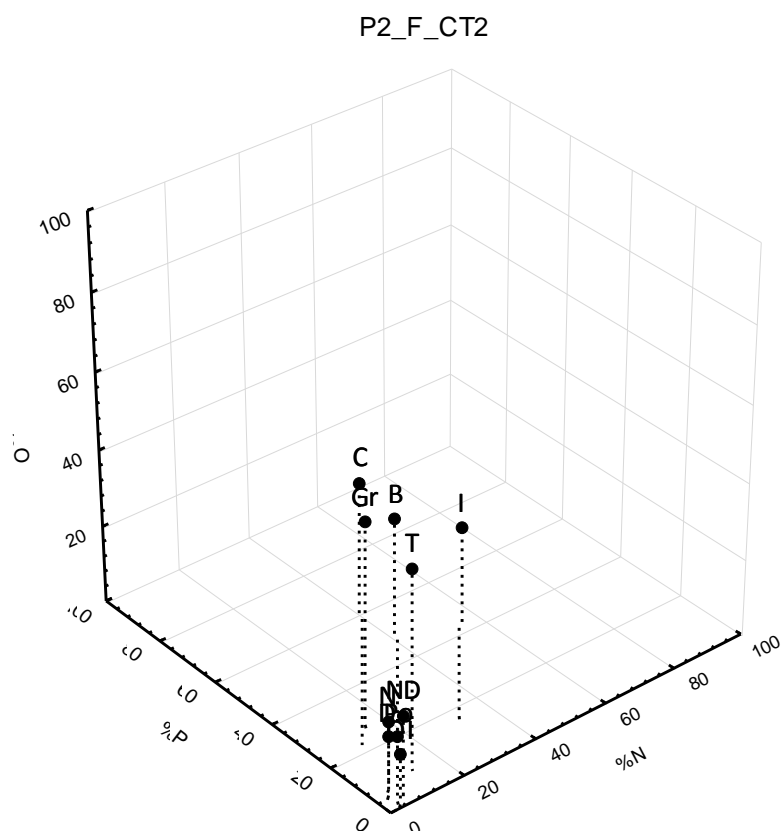


Figura 13. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de *Malacocephalus laevis* da classe CT2 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, ND – Crustáceos não decápodes, I – Isopoda, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – *Brachyura*, Gr – *Goneplax rhomboides*, T – Teleostei, OI – Outros itens)

Para as fêmeas de CT3 à profundidade 365 a 550 metros, *Goneplax rhomboides*, *Brachyura* e *Teleostei* são as presas preferenciais com 12,01; 46,15; 22,20%, 12,01; 49,23; 18,42% e 18,22; 58,46; 14,94% de %N, %O e %P, respectivamente. *Isopoda* e *Gadiculus argenteus* são frequentes (36,92% e 40% de %O) apresentaram alguma relevância para o índice numérico (12,84 e 18,22%) mas pouco contribuíram em termos de peso (4,43 e 5,85%).

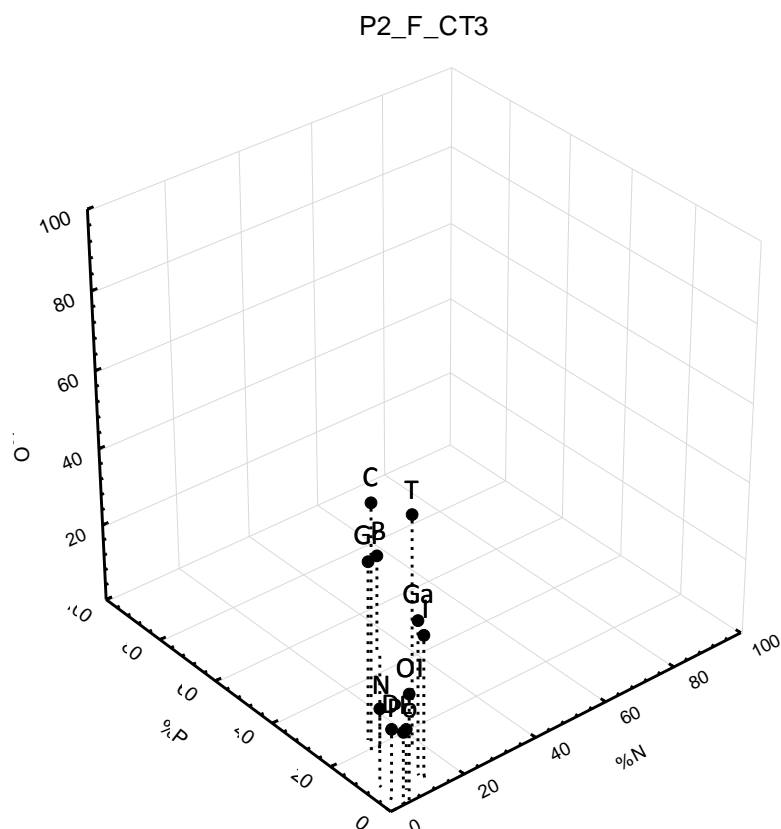


Figura 14. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar das fêmeas de *Malacocephalus laevis* da classe CT3 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, I – Isopoda, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – *Brachyura*, Gr – *Goneplax rhomboides*, T – *Teleostei*, Ga – *Gadiculus argenteus*, OI – Outros itens)

Para os machos de CT2 à profundidade 365 a 550 metros, foram determinados os seguintes valores de %N, %O e %P para itens alimentares: Isopoda (41,10; 50,00; 24,79%), *Goneplax rhomboides* (9,20; 50,00; 18,10%), *Brachyura* (11,04; 57,41; 13,01%), Teleostei 10,02; 50,00; 7,27% sendo estas as suas presas preferenciais.

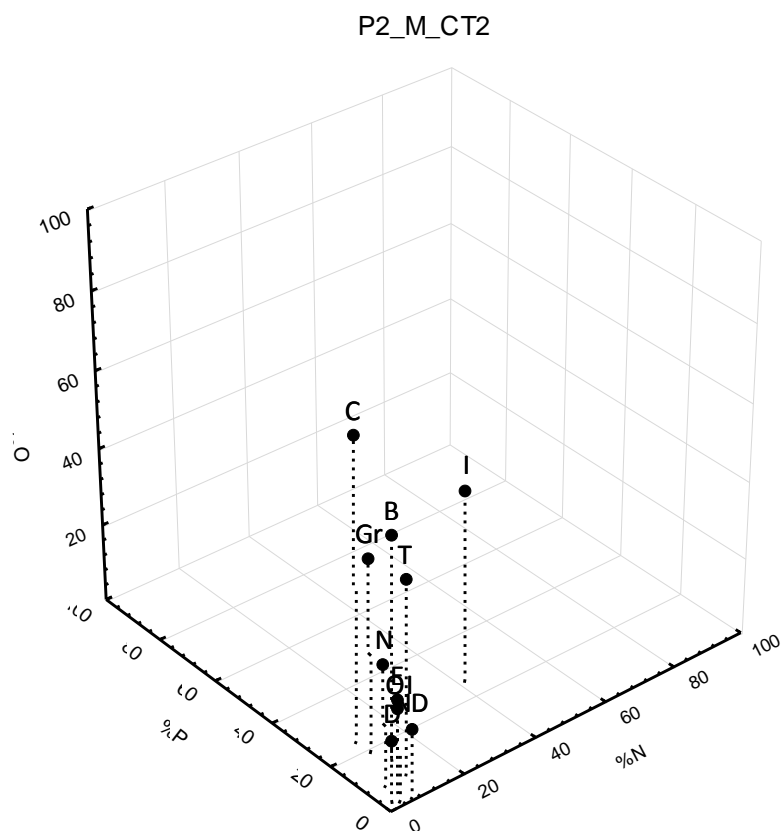


Figura 15. Representação gráfica tridimensional da estratégia alimentar dos machos de *Malacocephalus laevis* da classe CT2 no intervalo de profundidade P2 (Po – Polychaeta, C – Fragmentos de crustáceos, ND – Crustáceos não decápodes, I – Isopoda, E – Euphausiacea, D – Crustáceos decápodes, N – Natantia, B – *Brachyura*, Gr – *Goneplax rhomboides*, T – Teleostei, OI – Outros itens)

A análise multivariada PERMANOVA a 3 factores (intervalo de profundidade, sexo e classe de comprimento) revelou a existência de diferenças significativas para a variável profundidade. Contudo não existem diferenças significativas nas interações entre a profundidade e o sexo, entre a profundidade e a classe de comprimento e entre o sexo e a classe de comprimento.

Tabela 4. Resultados da análise estatística PERMANOVA da dieta de *Malacocephalus laevis* comparando intervalo de profundidade (Pr), Sexo (Se) e classe de comprimento (Cl)

	Pseudo-F	gdl	P(perm)	permutações únicas
Pr	7,7923	1	0,001	998
Se	1,4	1	0,188	999
Cl	1,0751	2	0,363	998
PrxSe	1,4491	1	0,177	999
PrxCl	1,2799	2	0,202	999
SexCl	1,116	2	0,334	999
PrxSexCl	1,4483	2	0,12	998
Res		385		
Total		396		

O gráfico MDS da figura 16 ilustra a similaridade entre amostras, para o mesmo intervalo de profundidade. O nível médio de stress é de 0,19 o que permite dizer que este MDS é interpretável uma vez que é inferior a 0,2 (Anderson *et al.* 1994)

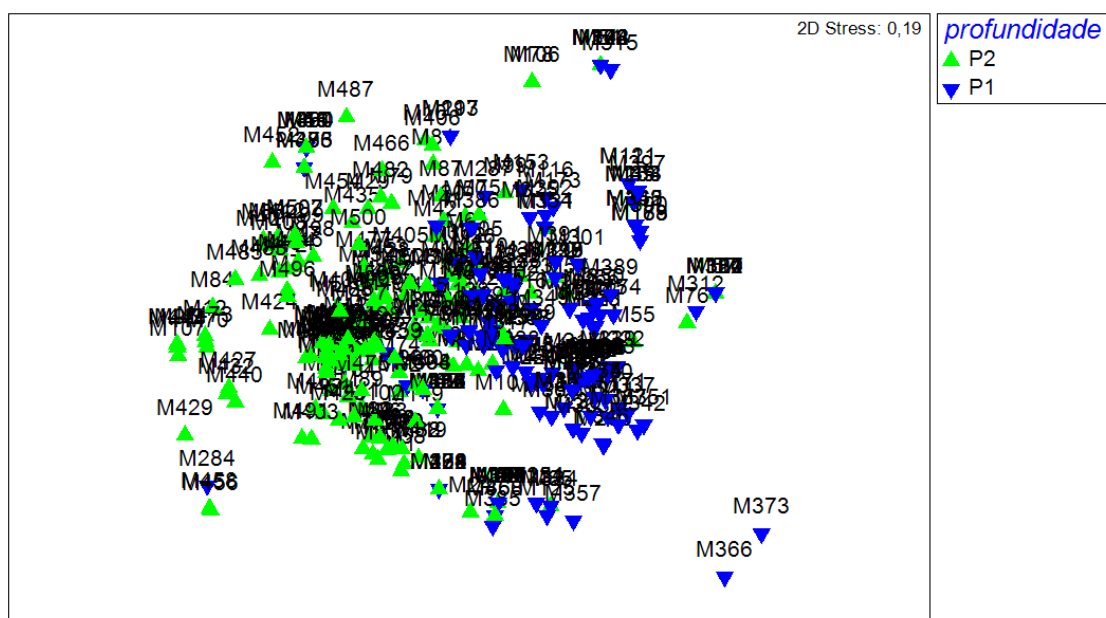


Figura 16. Representação gráfica Multi-dimensional scaling representando diferenças na alimentação de *Malacocephalus laevis* no intervalo de profundidade P1 e P2

4. Discussão

Os estudos de hábitos alimentares em macrurídeos apresentam regra geral certas dificuldades uma vez que a bibliografia consultada sugeria problemas ao nível da amostragem sendo dificultada por um elevado índice de eversão (Laptikhovsky, 2005). No presente trabalho, tal não sucedeu uma vez que o índice de eversão foi baixo face ao que seria expectável pelo que o número de estômagos amostrados foi suficiente.

Relativamente à amostragem, não foi possível usar sempre o mesmo diâmetro de malha na rede de arrasto, uma vez que estava dependente da espécie alvo da embarcação de pesca comercial. No entanto as diferenças ao nível da malhagem para os diferentes intervalos de profundidade amostrados, maior nas amostragens a profundidades mais elevadas, não devem ter tido grande impacto. Com efeito, nos lances que utilizaram malhagem 70mm ocorreu uma frequência elevada na captura de macrurídeos muito pequenos das espécies *Hymenocephalus italicus* e *Nezumia schelorhinchus* entre outros espécimes de pequenas dimensões, não sendo este o factor responsável por não se capturar indivíduos pequenos de *Malacocephalus laevis* em P2.

Quanto à análise de comprimentos verifica-se um padrão no qual as fêmeas atingem maiores dimensões que os machos, uma distribuição que segue alei de Heincke's que refere que muitas espécies do mar profundo movem-se de águas menos profundas para zonas mais profundas ao longo do seu desenvolvimento ontogénico (Laptikhovsky, 2011). Não é de estranhar portanto que os exemplares amostrados em P2 sejam maiores que em P1. Também se verificou um *sex ratio* diferente para os intervalos de profundidade considerados. Em P1, o *sex ratio* é aproximadamente de 1:1 enquanto no intervalo P2, 70,8% dos indivíduos capturados foram fêmeas. Esta percentagem é expectável uma vez que as fêmeas são em geral maiores que os machos e os indivíduos maiores ocorrem a maior profundidade. Pelo exposto, é necessário um cuidado especial na interpretação da influência de cada variável nos hábitos alimentares da espécie.

O estudo de relações tróficas das comunidades de peixes do mar profundo realizado na plataforma continental do Algarve refere como presas mais importantes para dieta de *M. laevis* os Isopoda, Natantia e Euphausiacea com 36; 25 e 23% de %O (Santos & Borges 2001). Estes resultados diferem dos encontrados no presente estudo, em que os grupos com maior importância foram Natantia, Teleostei, Brachyura e Isopoda com 44; 44; 41 e 29% de %O. Estudo efectuado em Rockall Trough no Norte da Europa embora com um número reduzido de estômagos (15) revelam também grandes diferenças pois

segundo (Mauchline & Gordon 1984) ao itens Piscis e *Munida bamffica* as presas com maior ocorrência.

Nas análises efectuadas à composição da dieta e aos hábitos alimentares da espécies o item alimentar “fragmentos de Crustáceos não identificados” apresenta valores elevados. Este facto é expectável pois as outras categorias que constituem a sua dieta são maioritariamente crustáceos e este grupo resulta da digestão avançada de vários grupos de crustáceos que, por estarem muito degradados, não foi possível identificar a um nível taxonomicamente inferior, por isso os seus valores não serão interpretadas como factor de diferenciação da estratégia alimentar.

A análise feita a partir da %IRI para os grandes grupos revelou que o grupo de indivíduos de menor tamanho (CT1) alimenta-se preferencialmente de Natantia (64%) enquanto o grupo de indivíduos de maior tamanho (CT3) alimenta-se principalmente de Brachyura (35,6%) e Teleostei (31,6%). De referir que os Natantia estão associados a locais de menor profundidade o que revele a sua dominância no estrato P1 com 62,8%. Pelo contrário, a maiores profundidades (P2), as presas preferenciais são os Brachyura (39,2%). Neste contexto e pelo exposto acima, os Brachyura estão associados à maior profundidade e aos indivíduos de maior tamanho (CT3).

A análise da %IRI leva ainda a outras conclusões. O grupo Teleostei, pelo aumento relativo e gradual da sua importância com o aumento do comprimento (CT1 para CT3) estará relacionado com esta variável. Já o grupo Isopoda apresenta valores crescentes de P1 para P2, mostrando a sua disponibilidade com o aumento da profundidade mas não em relação ao comprimento da presa. Com efeito, só os predadores de dimensão intermédia (CT2) é que os capturam preferencialmente.

Para a variável sexo, as diferenças resultam do facto de esta variável estar relacionada com o intervalo de profundidade. As fêmeas foram capturadas maioritariamente (62,5%) em P2 pelo que Brachyura foi o grupo presa preferencial. Pelo contrário, os machos foram capturados maioritariamente (61,7%) em P1 sendo os Natantia o grupo presa preferencial. De referir que Mysida apesar de não ser um alimento de destaque para nenhum grupo apresenta alguma relevância em CT1 podendo representar uma fonte de alimento importante para os indivíduos mais jovens, e a aparente baixa %IRI pode estar relacionado com o facto de ser muito frágil à digestão.

Na análise tridimensional para as variáveis profundidade, sexo e classe de comprimento, as variações de crustáceos decápodes e crustáceos não decápodes não

foram tidas em conta como prova de diferença de hábitos alimentares pois estes resultam da agregação de itens raros de categorias taxonomicamente inferiores.

Esta análise de dados conduz a interpretações semelhantes à obtida através da % IRI embora com uma leitura mais rápida e eficiente. Não há grandes diferenças entre sexos para as mesmas categorias de tamanho e profundidade.

Para o item alimentar *Mysida* apesar de apresentar valores não muito elevados só aparecem alguma importância deste item alimentar apresentando valores significativos de %O e %N para CT1.

As várias representações de P1 (comprimento e sexo) são semelhantes com *Natantia* e *Alpheus glaber* a serem os itens mais importantes para todos os índices. No entanto, é de registar uma diferença notória referente aos *Mysida* que só são relativamente importantes para CT1 e os Teleostei e *Gadiculus argenteus* apresentam já algum relevo na dieta da espécie para CT2. As representações gráficas de P2 apresentam sempre como itens preferenciais *Brachyura* e *Goneplax rhomboides*. De realçar que, quando analisamos a classe CT2 (o único grupo que ocorre nas duas profundidades P1 e P2), nota-se uma alteração do regime alimentar com a dominância de *Natantia* em P1 e *Brachyura* em P2. Os indivíduos de maiores dimensões (CT3) que ocorrem sempre a maior profundidade (P2) alimentam-se tanto de *Brachyura* e *Goneplax rhomboides* como de peixes, nomeadamente Teleostei e *Gadiculus argenteus*, ilustrando o aumento de importância destes itens com o aumento de tamanho. As representações tridimensionais também ilustram a importância dos Isopoda para CT2 em P2, verificando-se um decréscimo de importância para os indivíduos do mesmo intervalo de profundidade de maior tamanho (CT3).

Pelo exposto, e confirmado pela análise de PERMANOVA, a variável profundidade representa a mais importante e a que influencia toda a estratégia alimentar desta espécie, sem esquecer que há uma tendência para o consumo de peixes nos indivíduos de maior dimensão e *Mysida* nos mais pequenos. Trata-se no fundo de uma espécie não especialista e com tendência para uma dieta generalista como evidencia a lista de mais de 50 itens alimentares amostrados.

Neste estudo a composição da dieta de *Malacocephalus laevis* evidenciou relações tróficas com algumas espécies economicamente importantes nomeadamente: *Gadiculus argenteus*, *Micromesistius poutassou*, *Merluccius merluccius*, *Phycis blennoides*, *Nephrops norvegicus*, *Aristeomorpha foliacea*.

De referir que a pesca na plataforma continental afecta essencialmente as espécies bento-pelágicas e bentónicas uma vez que o arrasto demersal é a arte de pesca dominante. Sendo as espécies bento-pelágicas, geralmente K-estrategistas, apresentando elevada longevidade, crescimento lento e maturação tardia (Koslow *et al.*,2000), ou seja estamos perante espécies de baixa resiliência, estas espécies são particularmente vulneráveis á pesca pelo que informações sobre a teia trófica são indispensáveis para a correcta gestão destes recursos numa perspectiva ecossistémica.

5. Considerações finais

O presente estudo permitiu trazer informação adicional sobre uma espécie muito mal estudada, fornecendo informação detalhada sobre os hábitos alimentares e alguma informação sobre a estrutura populacional da espécie, contribuindo com dados relevantes para a compreensão da teia trófica da plataforma continental sudoeste de Portugal.

Este estudo apresentou constrangimentos ao nível da amostragem que tiveram que ser ultrapassados. O principal problema deveu-se ao facto de a amostragem estar dependente da pesca comercial e como tal os arrastos foram feitos visando a captura de pescado, não sendo possível obter uma amostragem ideal focada na espécie alvo deste estudo quer em função do número por estratos de profundidade ou por estação do ano. Neste último caso, a paragem do barco devido a condições ambientais adversas, defeso ou reparações impossibilitou uma amostragem significativa por profundidade/mês/comprimento total. De referir ainda que a embarcação contactada não operava a profundidades superiores a 550 m pelo que parte da distribuição da espécie (até aos 1000 m) não foi coberta.

Este estudo apresenta conclusões interessantes para esta espécie de dieta generalista pois demonstra que, nesta espécie em particular e possivelmente para outras espécies de hábitos semelhantes, é a profundidade (*habitat*) que define a base da sua alimentação. No entanto uma análise menos cuidada que não englobe esta variável pode gerar confusão e atribuir essas diferenças a outras variáveis que dependem dela de forma directa, como foi o caso do tamanho que variava de forma proporcional com a profundidade. Verificou-se que a espécie migra para águas mais profundas ao longo da sua ontogenia sem a determinação da profundidade na qual os indivíduos foram capturados poder-se-ia inferir que os hábitos alimentares eram definidos pelo tamanho dos indivíduos e não pela profundidade como se verificou neste estudo, o que sugere que este dado deve ser tido em conta quando analisamos a dieta das espécies, dando maior ênfase à alimentação por habitat do que à análise da dieta geral da espécie que pode levar a conclusões com algum erro associado. Também se compreendeu que como as fêmeas atingem maiores dimensões que os machos, consequentemente o *sex ratio* variava com a profundidade, pendendo o rácio para as fêmeas no intervalo de maior profundidade. A pesca na plataforma continental tem-se intensificado e tende a aumentar pelo que é vital aumentar o conhecimento da biologia de espécies comerciais

e não comerciais que constituem este habitat pouco resiliente de forma a analisar a gestão de uma forma holística.

6. Referências bibliográfica

Anderson, M. J., & Underwood, A. J. 1994. Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 184(2), 217-236.

Anderson, M. J. 2005. PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. *Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand*, 24.

Alvarez, R. Z. 1968. Decápodos Ibéricos. *Inv. pesq*, 32, 510.

Assis, C. A. D. S. 2000. Estudo morfológico dos otólitos Sagitta, Asteriscus e Lapillus de teleósteos (Actinopterygii, teleostei) de Portugal Continental.

Borges, T. C., Bentes, L., Castro, M., Costa, M. E., Erzini, K., Gomes, J., Gonçalves, J. M. S., Lino, P.G., Pais, C., & Ribeiro, J. 1997. Studies of the discards of commercial fisheries from the south of Portugal. Final Report to the Commission of the European Communities, DG XIV-C-1, Study Project No. 95/081.

Cascalho, 1992. A pescaria de gamba e camarão vermelho. Questões principais inerentes à gestão desta pescaria como medida de conservação de recursos. In Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (I.N.I.P.)/Liga para a Protecção da Natureza (L.P.N.) (eds), Colóquio Sobre Conservação Dos Recursos Vivos Marinhos. In: Monteiro, P., Araújo, A., Erzini, K., & Castro, M. 2001. Discards of the Algarve (southern Portugal) crustacean trawl fishery. *Advances in Decapod Crustacean Research* (pp. 267-277). Springer Netherlands.

Charuau, A., Dupouy, H., & Lorance, P. 1995. French exploitation of the deep-water fisheries of the north Atlantic. In *Deep-Water Fisheries of the North Atlantic Oceanic Slope*, A. G. Hopper (ed.), Kluwer Academic Press, Dordrecht: 337-356.

Clarke, K. R., & Warwick, R. M. 2001. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.

Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T. and Scialabba, N. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis 10 (125), 442 pp.

Cortés, E. 1997 A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can J Fish Aquat Sci* 54:726–738

Devine, J. A., Watling, L., Cailliet, G., Drazen, J., Muñoz, P. D., Orlov, A. M., & Bezaury, J. 2012. Evaluation of potential sustainability of deep-sea fisheries for grenadiers (Macrouridae). *Journal of Ichthyology*, 52(10), 709-721.

Dias J. M. A. 1987. Dinâmica sedimentar e Evolução recente da plataforma continental Portuguesa setentrional. Dissertação de doutoramento. Pp 34. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Drazen, J. C., Buckley, T. W., & Hoff, G. R. 2001. The feeding habits of slope dwelling macrourid fishes in the eastern North Pacific. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 48(3), 909-935.

Falciái, L. & Minervini, R. 1995. *Guia de los Crustáceos Decápodos de Europa*. Editorial Omega, Barcelona.

Fernandes, A.C., Barbosa, S., Silva, D., Pestana, G. 2007. Composição dos desembarques e das rejeições por espécie da frota portuguesa de arrasto de fundo. Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>), nº 46, 38 pp + anexos.

Gonçalves, JM, Erzini, K. 1998. Feeding habits of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) and the black sea bream (*Spondylus cantharus*) (Sparidae) from the south-west coast of Portugal. *Cybio* 22:245–254

González-Gurriarán, E., & Méndez, M. 1986. Crustáceos decápodos das costas de Galicia. I. Brachyura. *Coruña, Edicións do Castro*, 2.

Hayward, P. J., & Ryland, J. S. (Eds.). 1995. *Handbook of the marine fauna of North-West Europe*. Oxford University Press.

Hyslop, E. 1980. Stomach content analysis—a review of methods and their application. *J Fish Biol* 17:411–429

Iwamoto, T. 2008. A brief taxonomic history of Grenadiers. In: Orlov AM, Iwamoto T (eds) Grenadiers of the world oceans: biology, stock assessment, and fisheries. American Fisheries Society Symposium 63, Bethesda, pp 3–13

Jones, M. R. L. 2008. Dietary analysis of *Coryphaenoides serrulatus*, *C. subserrulatus* and several other species of macrourid fish (Pisces: Macrouridae) from northeastern Chatham Rise, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 42(1), 73-84.

Koslow, J. A., Boehlert, G. W., Gordon, J. D. M., Haedrich, R. L., Lorange, P., and Parin, N. 2000. Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. – *ICES Journal of Marine Science*, 57: 548–557.

Laptikhovsky, V. V. 2005. A trophic ecology of two grenadier species (Macrouridae, Pisces) in deep waters of the Southwest Atlantic. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 52(8), 1502-1514.

Laptikhovsky, V. 2011. Migrations and structure of the species range in ridge-scaled rattail *Macrourus carinatus* (Southwest Atlantic) and their application to fisheries management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 68(2), 309-318.

Leite A. M. 1988. The deep-sea fishery of the black scabbard fish *Aphanopus carbo* Lowe. 1839 in Madeira Island waters. *Proc. World Symp. Fishing Gear and Fishing Vessel Design*, Marine Institute St. John's, Newfoundland, Canada: 240-243.

Mauchline, J., & Gordon, J. D. M. 1984. Diets and bathymetric distributions of the macrourid fish of the Rockall Trough, northeastern Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 81(2), 107-121.

Monteiro, P., Araújo, A., Erzini, K., & Castro, M. 2001. Discards of the Algarve (southern Portugal) crustacean trawl fishery. *Advances in Decapod Crustacean Research* (pp. 267-277). Springer Netherlands.

Morato, T., Watson, R., Pitcher, T.J., and Pauly, D. 2006 Fishing down the Deep, *Fish Fish*, 7 (1), pp. 24–34.

Nelson J. S. 2006 Fishes of the world, 4th edn. Wiley, New York

Neves, A., Sequeira, V., Paiva, R. B., Vieira, A. R., & Gordo, L. S. (2011). Feeding habits of the bluemouth, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* (Delaroche, 1809)(Pisces: Sebastidae) in the Portuguese coast. *Helgoland Marine Research*, 66(2), 189-197.

Pallaoro, A., Santic, M., & Jardas, I. 2003. Feeding habits of the saddled breem, *Oblada melanura* (Sparidae), in the Adriatic Sea. *Cybium*, 27(4), 261-268.

Saldanha, L., Almeida, A. J., Andrade, F., & Guerreiro, J. 1995. Observations on the diet of some slope dwelling fishes of southern Portugal. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 80(2), 217-234.

Santos, J. & Borges, T. 2001. Trophic relationships in deep-water fish communities off Algarve, Portugal. *Fisheries research*, 51(2), 337-341.

S.E.P., 1984 Programa de reestruturação, modernização e desenvolvimento da frota de pesca portuguesa. Ministério da Agricultura e Pescas e Alimentação, Secretaria de Estado das Pescas (S.E.P.). In Monteiro, P., Araújo, A., Erzini, K., & Castro, M. (2001). Discards of the Algarve (southern Portugal) crustacean trawl fishery. *Advances in Decapod Crustacean Research* (pp. 267-277). Springer Netherlands.

Stevens, D. W., & Dunn, M. R. 2011. Different food preferences in four sympatric deep-sea Macrourid fishes. *Marine biology*, 158(1), 59-72.

Troyanovsky, F. M. & Lisovsky, S. F. 1995. Russian (USSR) fisheries research in deep waters (below 500 m) in the north Atlantic. In *Deep-Water Fisheries of the North Atlantic Oceanic Slope*, A. G. Hopper (ed.), Kluwer Academic Press, Dordrecht: 357-366.

Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1), 7-198.

Whitehead *et al.* 1984, Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.L.; Hureau, J.C.; Nielsen J.; Tortonese, E., 1984. *Fishes of North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Unesco, Paris, 667p.

ANEXOS

Anexo 1

Lista de taxons identificados na dieta de *Malacocephalus laevis*:

Filo Molusca

Classe Bivalvia

Classe Cephalopoda

Filo Annelida

Classe Polychaeta

Família Chaetopteridae

Filo Arthropoda

Classe Crustacea

Ordem Isopoda

Família Cirolanidae

Conilera sp.

Cirolana sp.

Ordem Anfipoda

Família Gammaridae

Ordem Mysida

Ordem Euphausiacea

Ordem Decapoda

Infraordem Natantia

Família Solenoceridae

Solenocera sp.

Família Aristeidae

Aristaeomorpha foliacea Risso, 1827

Família Sergestidae

Sergestes sp.

Família Pasiphaeidae

Pasiphaea sivado Risso, 1816

Família Oplophoridae

Família Alpheidae

Alpheus glaber Olivi, 1792

Família Processidae

Processa sp.

Família Pandalidae

Plesionika sp.

Chlorotocus crassicornis Costa, 1871

Família Crangonidae

Philocheras echinulatus Sars, 1861

Infraordem Macrura

Família Nephropidae

Nephrops norvegicus Linnaeus, 1758

Infraordem Anomura

Família Paguridae

Família Galatheididae

Munida iris A. Milne-Edwards, 1880

Infraordem Brachyura

Família Leucosiidae

Ebalia nux A. Milne-Edwards, 1883

Família Portunidae

Liocarcinus depurator Linnaeus, 1758

Família Xanthidae

Monodaeus couchii Couch, 1851

Família Goneplacidae

Goneplax rhomboides Linnaeus, 1758

Filo Chordata

Subfilo Urochordata

Classe Ascidiacea

Subfilo Vertebrata

Classe Actinopterygii

Ordem Anguilliformes

Família Nettastomatidae

Ordem Gadiformes

Família Gadidae

Gadiculus argenteus Guichenot, 1850

Micromesistius poutassou Risso, 1826

Família Macrouridae

Família Merlucciidae

Merluccius merluccius Linnaeus, 1758

Família Phycidae

Phycis blennoides Brünnich, 1768

Ordem Scopeliformes

Família Mictophidae

Lampanyctus ater Tåning, 1928